

■ 2008年度採択学術プロジェクト研究の概要

廃用症候群からの脱却・予防を目的とした下肢運動器の開発

—低負荷自主運動療法効果についての多施設共同臨床試験—

首藤 貴¹⁾ 松村 隆¹⁾ 山下 貢二¹⁾ 鴻上 茂²⁾
 百田 雅治¹⁾ 竹田 祐美¹⁾ 木口 大輔²⁾ 久津岡 玲³⁾
 竹本 光裕⁴⁾ 宮岡 和子⁵⁾ 土居 玲香⁶⁾ 高橋 理恵子⁷⁾
 東原 孝典⁸⁾

済生会松山病院¹⁾, 愛媛県立中央病院²⁾, 佐藤循環器科内科³⁾, 貞本病院⁴⁾,
 デイケアセンターいくし⁵⁾, 北条病院⁶⁾, 老人保健施設ミネルワ⁷⁾, 高松義肢製作所⁸⁾

要旨 加齢に伴って運動機能は低下して、歩行が困難になることがある。ときには呼吸器疾患（肺炎など）、神経疾患（パーキンソン病など）、整形外科疾患（大腿骨近位部骨折、脊椎圧迫骨折など）や各種手術（開腹術など）で臥床を余儀なくされると廃用症候群により急速に運動器能力が低下する。特に病前は歩行可能であったが、治療中や治療後に歩行能力が失われる場合をわれわれは“歩けていた廃用症候群”と呼んでいる。

開発を進めている下肢運動に使用する本機器は次の特徴をもっている。

- 1) 2 METs 程度の運動負荷を行わせることが確認されているため、心不全の回復段階でも安全に使用できる（2 METs ボードと呼んでいる）。
- 2) 脇に抱えて持ち運びができる、ベッド上や訓練室のマット上で使用可能。
- 3) 低負荷訓練器ではあるが、これまでの臨床経験より廃用症候群の予防とそれからの脱却に適切かつ効果的な機器であることが認められた（運動・物理療法 18: 180-187, 2007）。

Abstract As we age, our locomotive functions decrease and it gradually becomes difficult to walk. This is called locomotive syndrome. If bed rest, as in the case of respiratory diseases (such as pneumonia), neurological disorders (Parkinson's disease), orthopedic disease (proximal femoral fractures and spinal compression fracture etc.) and various operations (such as open abdominal surgery) becomes inevitable, this can rapidly develop into a disuse syndrome.

Even patients who were able to walk prior to entering the hospital may lose this ability during or after treatment. We call this the “walk desuetude disuse syndrome”.

The “2 METs board” leg exercise equipment, still being developed, has the following characteristics:

- 1) The load of exercise has been confirmed to be around 2 METs. In case such a level of load is

Developing of the training equipments for the breakaway from the disuse syndrome
 Takashi SUTO, MD, Takashi MATSUMURA, MD, Kouji YAMASHITA, MD, Shigeru KOUGAMI, MD, Masaharu HYAKUTA, RPT, Yumi TAKEDA, OTR, Daisuke KIGUCHI, RPT, Rei KUTSUOKA, RPT, Mitsuhiro TAKEMOTO, RPT, Kazuko MIYAKO, RPT, Reika DOI, OTR, Rieko TAKAHASHI, RPT and Takanori HIGASHIHARA, PO
 連絡先：〒791-8026 愛媛県松山市山西町 880-2 済生会松山病院リハビリテーションセンター 首藤 貴 電話
 089-951-6111

allowed during the recovery phase of heart failure, the 2 METs board can be safely used.

- 2) The 2 METs board is easily portable to bedside or home visits.
- 3) This equipment proved to be effective for prevention and treatment of the walk desuetude disuse syndrome in previous clinical experience and training (see our study in this journal 2007, 18: 180-188).

In cooperation with many institutions, we have so far discussed the loss of motor functions in the elderly and prevention and treatment of the walk desuetude disuse syndrome. We will also report case results with acute vertebral compression fractures, where the 2 METs board is used in exercises for lower limb flexion and extension in two directions.

Key words : 廃用症候群 (disuse syndrome), 訓練器 (training equipment), 自主トレーニング (self exercise)

多施設臨床共同研究

本研究は異なる施設での廃用症候群の予防・治療について検討するため、急性期病院3施設、透析センター1施設、循環器病院1施設、介護老人保健施設1施設、デイケアセンター1施設の協力を得た（図1）。

それぞれの施設より、医師・理学療法士・作業療法士に参加していただき、定期的な開発会議を開催した（図2）。

これまでの下肢訓練器と 今回開発した下肢訓練器

これまでには図3～5の示すようにバネ機構により下肢の伸展に抵抗を加えるものであつ

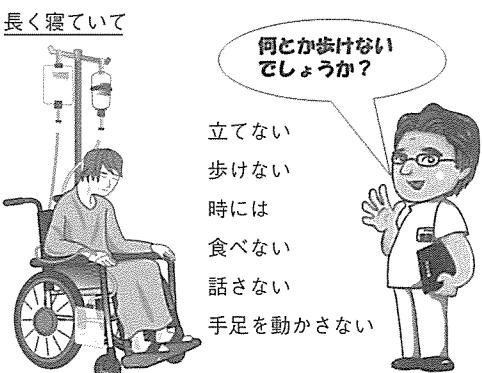


図1 歩けていた廃用症候群

た。枠組みや可動部の材質は湿度・温度による変形の少ない木材（楓・桐・楮・ブラックウォールナット）を使用した。総重量は4 kgで、小脇に抱えてベッドサイドや在宅に運搬できるよう工夫した（図6）。

音声指示装置

リハビリスタッフの少ない施設でも運動量を確保するため、自主トレーニング時間を作る目的で、四肢運動指示装置を考案した。

本器は運動モードとして、音声による①両足、②右足・左足、③右手・左手、④右手・左手・右足・左足、⑤ランダム（単純な反射的運動の繰り返しではなく、ランダムモード



図2 多施設共同開発会議

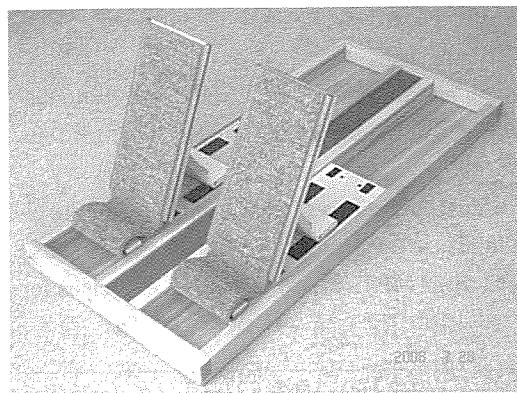


図3 2 METs ボード

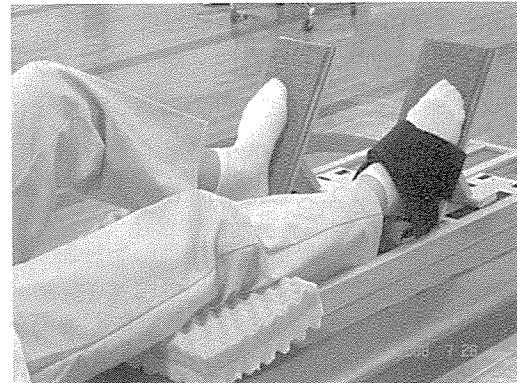


図4 2 METs ボード使用方法

にすることにより、次の運動指示を待つ精神的緊張を保つことが目的)の指示を行うことができる。

運動スピード調整は、速い・中間・遅いとメトロノーム音が選択できる。

回数は10～1,000回まで設定可能で、そのほかに音量調節・オート電源オフ(省エネ設計)機能がある(図7)。

下肢屈曲・伸展2方向運動負荷訓練器

これまで「ベッド上でも歩行準備練習」という合言葉で、下肢伸展にのみ抵抗を掛けた訓練器を工夫してきた。ベッド上での臥位保持を余儀なくされる症例では膝屈筋(ハムストリングス)にも筋力低下が生じていること

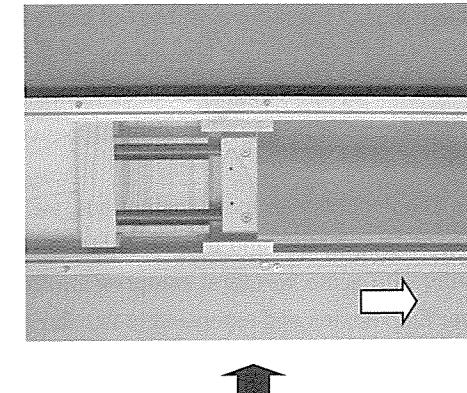


図5 2 METs ボード裏面のバネ機構

が明らかになった(図8)。

そこで、エアシリンダーを使用し、下肢屈曲・伸展の2方向に抵抗を加える訓練器を工夫した。このエアシリンダーのノズルバルブの開閉を調整することにより、加える抵抗力は2段階に調整できるようにしている(図9～11)。

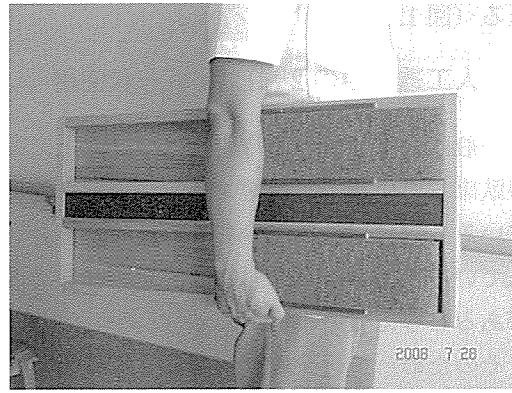


図6 持ち運び可能(4 kg)

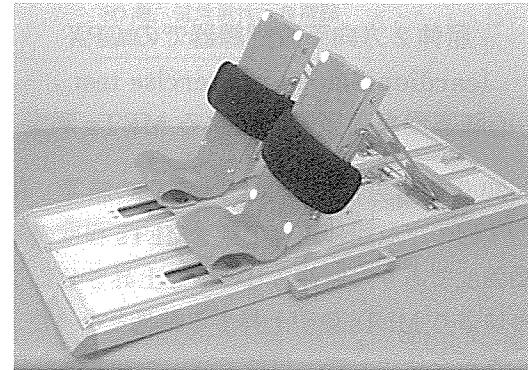
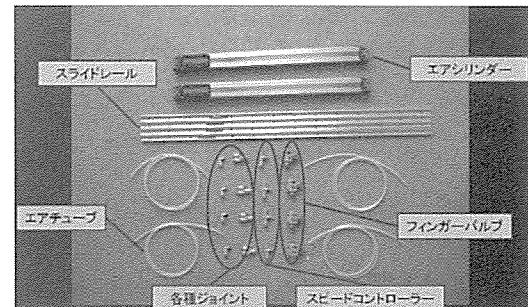
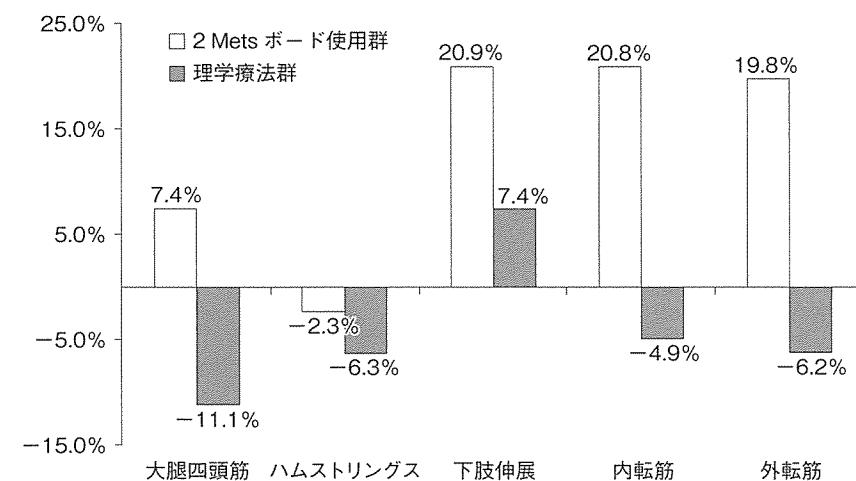
図9 下肢屈曲・伸展2方向運動負荷訓練器
(新型2 METs ボード)

図7 音声指示装置

図10 使用した部品
今回開発した下肢訓練器部品図8 下肢の筋力評価
測定結果比較(下肢伸展に負荷)

**屈伸 2 方向下肢訓練器での CPX
(cardiopulmonary exercise test :
心肺運動負荷試験)による METs 測定**

30歳健常男性での METs 測定の結果、毎秒1回の下肢屈伸運動では2 METs 程度の運動強度であり、屈伸スピードを上昇させることにより METs 値が上昇する結果となった。

本器を使用しても毎秒1回の屈伸であれば約2 METs の運動負荷（車椅子を自走する程度）であり、その限度内の運動が許されていれば、安全に負荷を加えることができるとい



図 11 抵抗力調節つまみ

える（図 12, 13）。

人工透析中の 2 METs ボード使用

一般に人工透析中の時間帯はベッド上に安静臥床していることが常である。透析を受けている症例は運動量が少なく、糖尿病を合併していることもあり、運動習慣をつける必要があると考えている。

そのため、透析時間を利用してこの間下肢の運動を実施すべく 2 METs ボードを導入している。透析実施中の下肢屈伸運動は、透析処置自体に何ら支障をきたすこともなく、約3年間の長期にわたり 2 METs ボードを使用している症例もいる（図 14）。

その方法や時間と標準化透析量については表 1（2年間の平均値）に示す。

透析中下肢訓練器を使用している症例の声：

○散歩などをしない自分にとってはこれくらいの運動がちょうど良い

○トレーニングジム等での運動ほどではないが、実施後は「運動したな」という充実感がある。

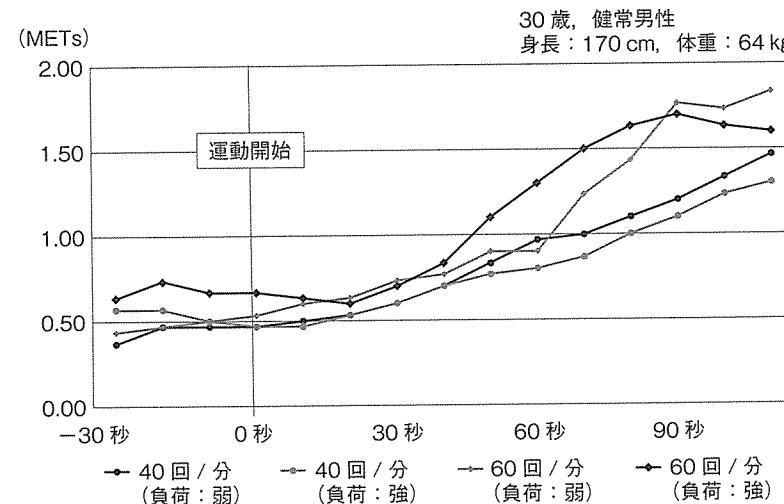


図 12 運動負荷・速度による METs の変化

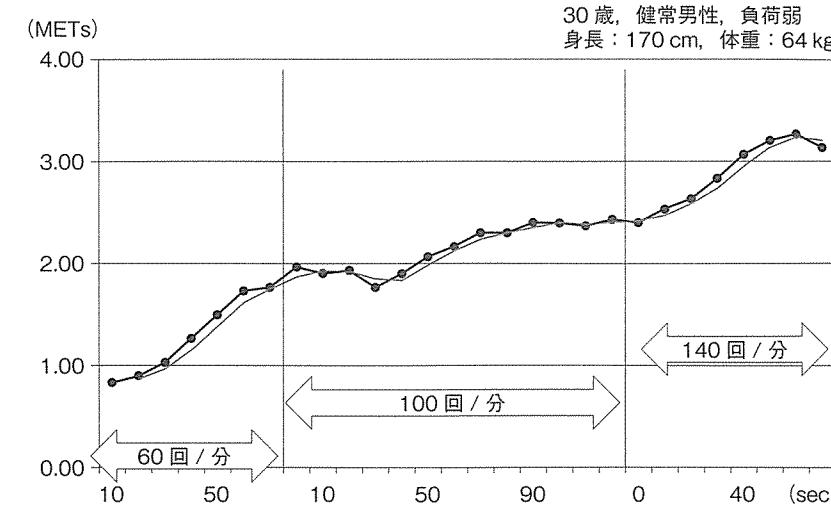


図 13 屈伸速度による METs の変化

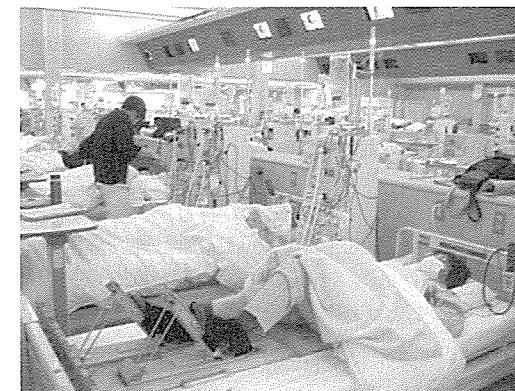


図 14 人工透析中に使用

表 1 標準化透析量の変化（2年間平均）

	運動前	運動後	変化量
A 氏（女性）	1.47	1.49	+0.02
B 氏（女性）	1.67	1.91	+0.24
C 氏（男性）	1.06	1.27	+0.21
D 氏（女性）	1.28	1.24	-0.04

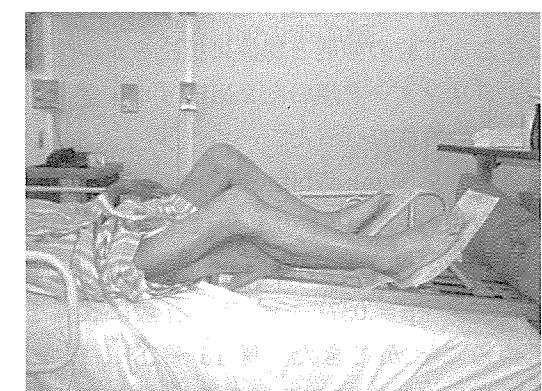


図 15 無菌室での使用

○最初は少ししつこかったが、慣れてくるとちょうど良い運動である。

無菌室での 2 METs ボード使用

血液疾患の治療（白血病に対する幹細胞移植など）に際し、化学療法時に白血球の減少が生じるため、無菌室に入室する必要がある。このときの臥床安静により廃用症候群に陥ることが懸念される。このような症例に対しても移動能力を維持するためには、限られた空間でできる低負荷の運動が体力維持に役立つことになる。症例の病状に合わせて、ベ

ッド上で可能な運動として 2 METs ボードを疲労の生じない範囲で使用している（図 15）。

高齢者脊椎圧迫骨折急性期症例に対する 2 METs ボード使用

脊椎圧迫骨折にて入院治療が必要な症例は、コルセット完成までの間はベッド上での安静臥床を余儀なくされる。その間の筋力低下予防目的で 2 METs ボードを使用することとした。

まず従来型の 2 METs ボード（下肢伸展に抵抗）を使用して、18 例を無差別に 9 例ずつに分けた。A 群は 2 METs ボードの使用（朝・昼・夕 2 METs ボードを各 20 分使用）および従来の理学療法（等尺性ブリッジ・キックキング各 10 回を 2 セット）を行い、B 群は 2 METs ボードを使用せず従来の理学療法のみ行った。リハビリ開始時と離床直前に筋力測定を行った結果、大腿四頭筋・下肢伸展・内転筋・外転筋の筋力は改善を認めた。しかし、下肢の屈曲時に働くハムストリングスの筋力は両群において低下していた。そこで、前述した下肢の伸展と屈曲に抵抗を負荷するエアシリンダーを用いた 2 METs ボードを用いて運動負荷を行った。

各筋力を Mann-Whitney U-test を用いて統計処理を行った結果の P 値は、大腿四頭筋 ($p=.0139$)・内転筋 ($p=.0334$)・ハムストリングス ($p=.037$) であり、有意に改善を認めることができた（図 16～18）。また、臥床期間は 7.6 ± 2.5 日、両群に有意差はない。ハムストリングス筋力は従来型と新型で比較検討した

結 語

これまで、歩行困難となった廃用症候群の症例に対して低負荷による運動療法スターとして、2 METs ボードを使用し良好な効果が認められた。

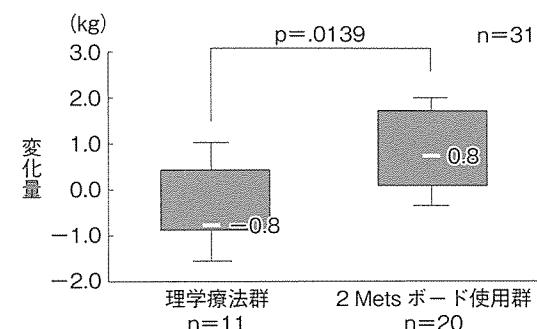


図 16 大腿四頭筋の筋力
Mann-Whitney U-test

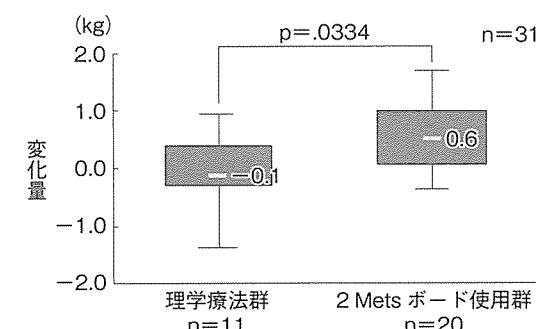


図 17 内転筋の筋力
Mann-Whitney U-test

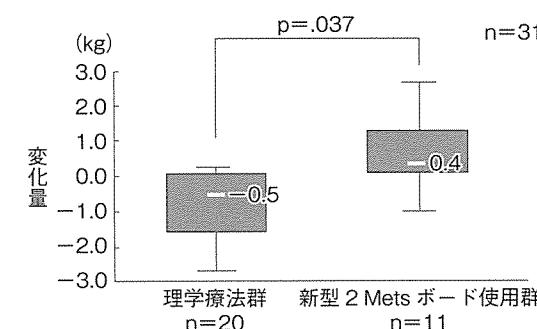


図 18 ハムストリングスの筋力
Mann-Whitney U-test

今回、高齢者圧迫骨折の急性期におけるベッド上での physical exercise に使用し、その間の安静による筋力低下の予防に努めた。その結果は本文にあるごとく、下肢の屈曲・伸展に負荷を加えた群はハムストリングスの筋力も増強することがわかった。

ベッド上でも歩行前訓練を実施するため、2 METs ボードを使用した。使用した症例より「この程度の運動はしたい」との感想を聞き、安静中の conditioning として、低負荷による運動量を確保するこの方法は適切な臥床中の exercise と考えている。

文 献

- 1) 浅川康吉：高齢者の筋力と筋力トレーニング。理学療法科学 18 : 35-40, 2003.
- 2) 後藤勝正：世界運動における筋・骨格系疾患の予防・治療戦略加齢性および廃用性筋萎縮と予防策。The Bone 19 : 465-469, 2005.
- 3) Hirschberg GG.: 三好正堂訳、リハビリテーション医学の実際、第 2 版、日本アビリティーズ、pp 32-43, 1980.
- 4) 木村 勉：低負荷抵抗運動プログラムが要援護高齢者の日常生活活動能力に及ぼす影響。金沢大学つるま保健学会誌 30 : 45-57, 2007.
- 5) 牧田 茂：廃用による体力低下の病態と治療—心不全—。リハビリテーション医学 42 : 679-684, 2005.
- 6) 間島 満ほか：脳卒中患者における心・血管・呼吸系のフィットネスの廃用性変化に対する AT レベルでの全身持久力訓練の効果。総合リハビリテーション 18 : 180-188, 2007.
- 7) 岡田恒夫：長期臥床に伴う障害に対するリハビリテーションの実態。茨城県農村医学会雑誌 15 : 106-110, 2002.
- 8) 織辯智香子：「腹臥位療法」の有効性の検証。看護研究 34 : 153-155, 2003.
- 9) 志波直人：廃用筋萎縮への取り組み。Medical Rehabilitation 72 : 34-38, 2006.
- 10) 竹内孝仁：介護予防・自立支援とパワーリハビリテーション。介護予防・自立支援・パワーリハビリテーション研究会編、パワーリハビリテーション No. 1、医薬出版、東京、pp 6-19, 2002.
- 11) 田辯 解：高齢者の体力。総合リハ 34 : 13-18, 2006.
- 12) 辻 哲也：老化と廃用総論。総合リハ 34 : 623-628, 2006.
- 13) 上田 敏（座長）：高齢者のリハビリテーションのあるべき方向。高齢者リハビリテーション研究会報告：1-77, 2004.
- 14) 八並光信：造血幹細胞移植患者の廃用症候群に対する理学療法効果。理学療法科学 20 : 133-138, 2005.
- 15) 首藤 貴ほか：2METs 運動負荷による廃用症候群よりの脱却一下肢訓練器の開発—運動・物理療法 18 : 180-188, 2007.